

บทที่ 4

ผลการทดลอง และ วิจารณ์ผล

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของดิน และ ยิปซัม (FGD-Gypsum)

องค์ประกอบรวม (total composition) และสมบัติทางเคมีที่สำคัญของยิปซัม (FGD-Gypsum) และดินที่ใช้ในการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 18 และ 19 ยิปซัมที่ใช้ในการทดลองมีค่า pH ค่อนข้างสูง (8.2) และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity , EC) สูงเช่นเดียวกัน (6.0 dS m^{-1}) ดังนั้นการใช้ยิปซัมในอัตราที่สูงอาจเป็นอันตรายต่อพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับ ต้นกล้าซึ่งเป็นอันตรายได้ง่ายต่อความเค็ม หรือเกลือในสารละลายดิน (salt injury) ซึ่งจะได้กล่าวในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

ตามปกติยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ที่บริสุทธิ์มีองค์ประกอบของ SO_4^{2-} ประมาณ 55.81 % ส่วนยิปซัม (FGD-Gypsum) ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย SO_4^{2-} 49.06 % (ตารางที่ 18) ดังนั้น FGD-Gypsum ดังกล่าวจึงมีความบริสุทธิ์ประมาณ 88 % ส่วนองค์ประกอบของธาตุโลหะหนัก Pb , Cd , Cr , Ni และ Co ทั้งในดินและ FGD-Gypsum ที่ใช้ในการทดลองอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ($< 0.5 \text{ mg kg}^{-1}$) เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของ biosolids ที่กำหนดไว้โดย USEPA (ตารางที่ 18)

สมบัติทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ในการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 19 ซึ่งหากได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม (K) เพิ่มเติมจะเป็นดินที่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์สำหรับการปลูกพืชไร่โดยทั่วไป เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง

ตารางที่ 18 องค์ประกอบรวม (total composition) และสมบัติทางเคมีที่สำคัญของดิน (ลึก 0-15 ซม.) และยิปซัมที่ใช้ในการทดลอง (เฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ) และขีดจำกัดที่กำหนดโดย USEPA (United State Environmental Protection Agency)

	ดิน	FGD-Gypsum	USEPA limit ^{2/}
pH ^{1/}	6.1	8.2	
Ec (dS m ⁻¹) (g/100 g)	0.2	6.0	
SiO ₂	85.84	1.84	
Al ₂ O ₃	7.22	0.48	
Fe ₂ O ₃	0.94	0.28	
CaO	0.19	31.33	
MgO	0.10	0.53	
K ₂ O	2.34	0.06	
Na ₂ O	0.23	0.15	
SO ₄ ²⁻ (mg kg ⁻¹)	-	49.06	
Mn	181	100	-
Zn	33.13	2.50	2,800
Cu	21.42	< 0.50	1,500
Pb	< 0.50	< 0.50	300
Cd	< 0.50	< 0.50	39
Cr	< 0.50	< 0.50	3,000
Ni	< 0.50	< 0.50	420
Co	< 0.50	< 0.50	-

^{1/} อัตราส่วน; ดิน: น้ำกลั่น = 1:1

^{2/} Black and Zimmerman (2002); Miller and Miller (2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University.
All rights reserved

ตารางที่ 19 สมบัติทางเคมีของตัวอย่างดิน (ลึก 0-15 ซม.) ก่อนการทดลองใช้ FGD-Gypsum ในแปลง ข้าว – ถั่วเหลือง และ ข้าว – ถั่วลิสง (เฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ)

สมบัติทางเคมี	แปลง ข้าว - ถั่วเหลือง	แปลง ข้าว - ถั่วลิสง
pH	6.21	6.11
Organic matter (mg kg^{-1}) ^{1/}	1.08	0.86
Extractable P (mg L^{-1}) ^{2/}	66.7	44.5
Extractable nutrient (mg kg^{-1})		
Macronutrient ^{3/}		
K	31.0	30.24
Ca	482	449
Mg	34.3	33.0
Micronutrient ^{4/}		
Fe	154.8	168.9
Mn	6.90	9.62
Zn	2.61	2.23
Cu	1.46	1.17

^{1/} Walkley and Black method

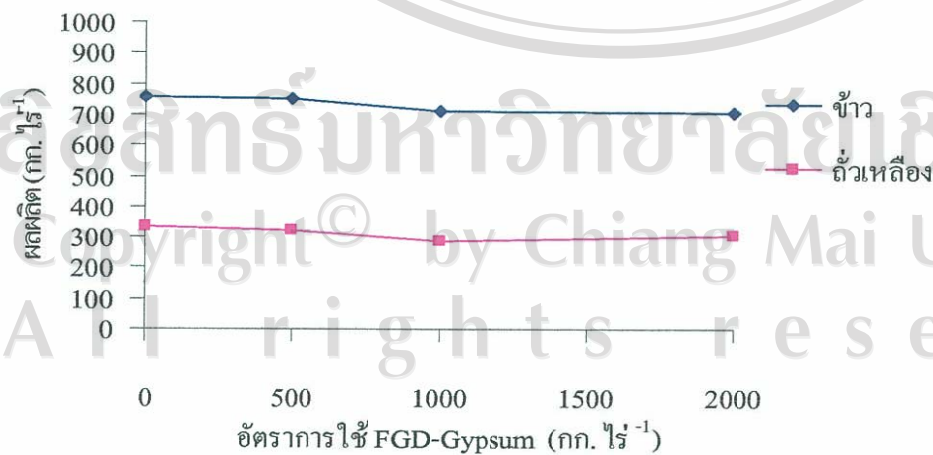
^{2/} Bray I method

^{3/} 1 M NH_4OAc , pH 7.0 extraction

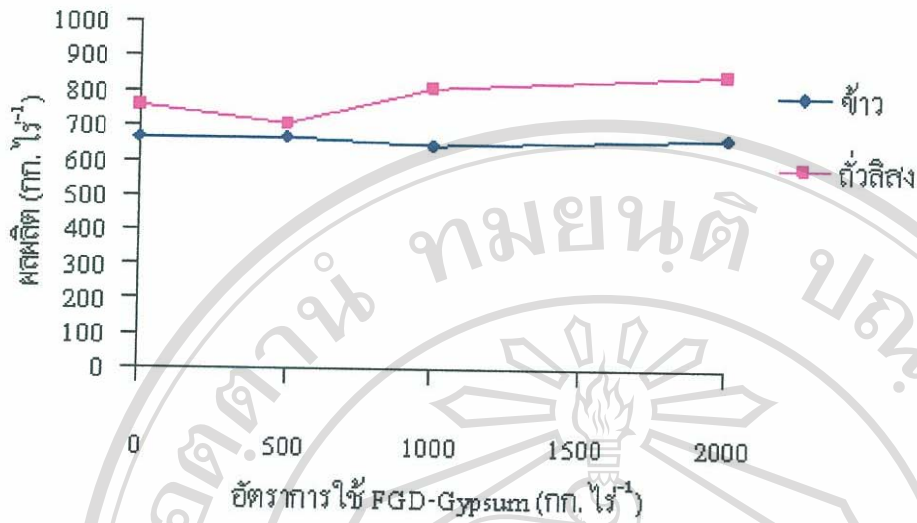
^{4/} 0.005 M DTPA, pH 7.3 extraction

4.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

ภาพที่ 25 และ 26 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิดในระบบการปลูก ข้าว – ถั่วเหลือง และ ข้าว – ถั่วลิสงในแต่ละอัตราของการใส่ยิปซัม (FGD-Gypsum) โดยข้อมูลทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 20 ส่วนข้อมูล analysis of variance ในรูปของ mean squares ของผลผลิตดังกล่าวได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 1.1 และ 1.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 25 ผลผลิตเมล็ด (กก. ไร่⁻¹) ของพืชในการปลูกพืชในระบบการปลูก ข้าว - ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม (FGD-Gypsum)



ภาพที่ 26 ผลผลิตเมล็ด (กก. ไร่⁻¹) ของพืชในการปลูกพืชในระบบการปลูก ข้าว – ถั่วลิสง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม (FGD-Gypsum)

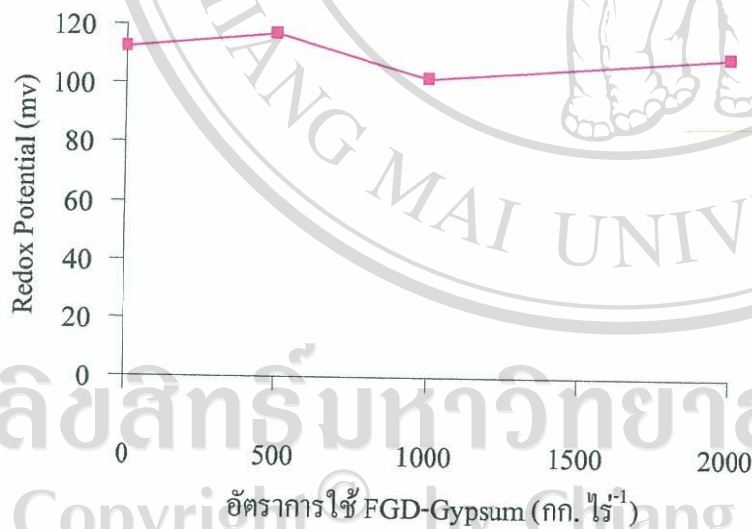
ตารางที่ 20 ผลผลิตเมล็ด (กก. ไร่⁻¹) ของพืชในการปลูกพืช 2 ระบบอันเนื่องมาจากอิทธิพลของ ยิปซัม (FGD-Gypsum)

ระบบการปลูกพืช	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
ข้าว - ถั่วเหลือง					
ข้าว (พ.ศ.2548)	755	751	709	707	ns
ถั่วเหลือง (พ.ศ.2549) ^{1/}	338	322	290	304	ns
ข้าว - ถั่วลิสง					
ข้าว (พ.ศ.2548)	664	668	646	667	ns
ถั่วลิสง (พ.ศ.2549) ^{2/}	756	708	812	852	ns

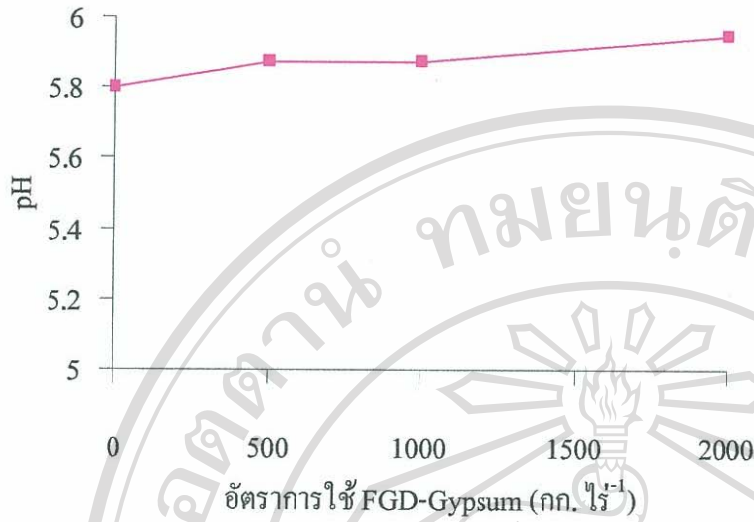
^{1/} นำหนักเมล็ดความชื้น 15 % ^{2/} นำหนักฝักสดอายุ 100 วัน

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การใส่ยิปซัมในทุกอัตรา (treatment) คือ 500 (FGD-Gypsum 2), 1000 (FGD-Gypsum 3), 2000 (FGD-Gypsum 4) กก. ไร่⁻¹ ไม่ทำให้ผลผลิตพืชแต่ละชนิดแตกต่างไปจากพืชในแปลงที่ไม่ได้ใส่ยิปซัม (FGD-Gypsum 1) ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากดินที่ใช้ในการทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ผลผลิตของข้าว (พันธุ์ปทุมธานี 60) อยู่ในระดับที่สูงและไม่แตกต่างกันในแต่ละ treatment จากการวัดค่า redox potential (Eh) ในดินประมาณ 2 เดือนหลังจากการย้ายกล้าข้าวพบว่าค่า Eh ในทุกอัตราของยิปซัมอยู่ในช่วง 100 – 120 mv (ที่ pH 5.8–6.0) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 27 และตารางที่ 21 ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำขัง (ไพบูลย์, 2546) ในกรณีของถั่วลิสง (พันธุ์กาฬสินธุ์ 2) ถึงแม้ว่าผลผลิตจะไม่แตกต่างกันในทางสถิติแต่การใส่ยิปซัมในอัตรา 1,000 (FGD-Gypsum 3) และ 2000 (FGD-Gypsum 4) กก. ไร่⁻¹ มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตของถั่วลิสงเพิ่มขึ้น ผลผลิตที่ได้รับจาก treatment FGD-Gypsum 1, FGD-Gypsum 2, FGD-Gypsum 3 และ FGD-Gypsum 4 เท่ากับ 756, 708, 812 และ 852 กก. ไร่⁻¹ ตามลำดับ (ตารางที่ 20) ผลผลิตทั้งหมดดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของสถานีพืชไร่กาฬสินธุ์ โดยพันธุ์กาฬสินธุ์ 2 จะให้น้ำหนักฝักสดในฤดูแล้ง 651 กก. ไร่⁻¹ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2547)



ภาพที่ 27 ค่า redox potential (mv) ของดินระหว่างปลูกข้าว



ภาพที่ 28 ค่า pH ของดินระหว่างปลุกข้าว

ตารางที่ 21 ค่า redox potential (mv) และ ค่า pH ของดินระหว่างปลุกข้าว

	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
redox potential(Eh) (ที่ pH 5.8 – 6.0) อายุ 71 วันหลังปักดำ	112.5	117.5	102.5	110.0	ns
pH อายุ 71 วันหลังปักดำ	5.80	5.875	5.875	5.95	*

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 29 อิทธิพลของ FGD-Gypsum อัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ กาศสินธุ์ 2

ในทางตรงกันข้ามสำหรับถั่วเหลือง (พันธุ์เชียงใหม่ 60) การใส่ยิปซัมในอัตราที่สูงมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตลดลง ผลผลิตของเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้รับจากการใส่ยิปซัมในอัตรา FGD-Gypsum 1, FGD-Gypsum 2, FGD-Gypsum 3 และ FGD-Gypsum 4 เท่ากับ 338, 322, 290 และ 304 กก. ไร่⁻¹ ตามลำดับ (ตารางที่ 20) ซึ่งอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองพันธุ์เดียวกันที่เคยให้ผลผลิตประมาณ 400 กก. ไร่⁻¹ ณ สถานที่ทดลองเดียวกันนี้ (Chiang Mai University, 1980) จากการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ทำการทดลองถูกกระทบกระเทือนจากความเค็มของเกลือยิปซัม ถั่วเหลืองแสดงอาการเป็นพิษจากเกลือ (salt toxicity) อย่างเห็นได้ชัดเมื่อพืชอายุได้ 2-3 สัปดาห์ (ภาพที่ 30) และปรากฏคราบเกลือบนผิวดินเป็นหย่อมๆ ทั่วไปในแปลงทดลอง (ภาพที่ 31)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

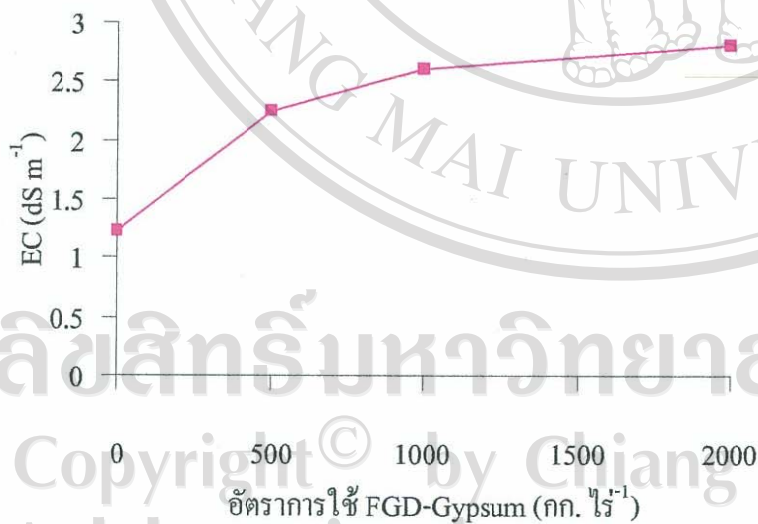


ภาพที่ 30 อาการเป็นพิษจากเกลือยิปซัมในถั่วเหลืองเมื่ออายุ 3 สัปดาห์

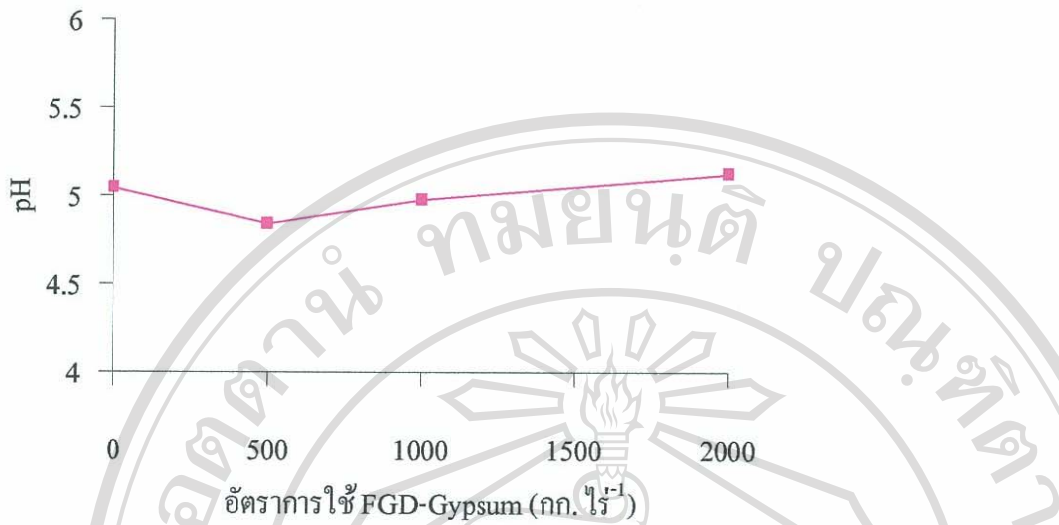


ภาพที่ 31 คราบเกลือบนผิวดิน 3 สัปดาห์หลังจากการใส่ยิปซัมในอัตรา 2000 กก. ไร่⁻¹
(FGD-Gypsum 4)

จากการวิเคราะห์ดินหลังจากการใส่ยิปซัม และถั่วเหลืองอายุได้ 3 สัปดาห์พบว่าค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการใช้ยิปซัม (ตารางภาคผนวกที่ 2) ดังแสดงภาพที่ 32 ค่า EC ของดิน (ดิน : น้ำ = 1 : 1 โดยน้ำหนัก) ที่วัดได้จากอัตรายิปซัมอัตรา FGD-Gypsum 1, FGD-Gypsum 2, FGD-Gypsum 3 และ FGD-Gypsum 4 เท่ากับ 1.22, 2.25, 2.61 และ 2.82 dS m^{-1} (ตารางที่ 22) และถ้าหากวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินในสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation paste extract, EC_e) ซึ่งอัตราส่วนของดิน : น้ำ > 1 : 1 (โดยน้ำหนัก) ค่า EC_e ที่วัดได้จะสูงกว่ามากเมื่อเทียบกับค่า EC ที่วัดโดยวิธีที่ใช้ในการศึกษานี้ ถั่วเหลือง(ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์) จะแสดงอาการเป็นพิษจากเกลือ หรือความเค็มเมื่อค่า $\text{EC}_e > 3 \text{ dS m}^{-1}$ (Mass, 1990) อย่างไรก็ตามจากการเฝ้าสังเกตพบว่าเมื่ออายุมากขึ้นถั่วเหลืองในทุกอัตราของยิปซัมสามารถฟื้นจากอาการเป็นพิษของเกลือ และค่า EC ของดินได้ลดลงในระยะหลังของการเจริญเติบโต ซึ่งหลังจากการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองค่า EC ของดินในแปลง FGD-Gypsum 1 ได้ลดลงจนถึง 0.35 dS m^{-1} แต่ผลผลิตของเมล็ด ถั่วเหลืองอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำดังที่ได้กล่าวมา ส่วนภาพที่ 33 แสดงอิทธิพลของยิปซัม (FGD-Gypsum) ต่อค่า pH ของดิน 3 สัปดาห์หลังจากการใส่ยิปซัม



ภาพที่ 32 อิทธิพลของยิปซัม (FGD-Gypsum) ต่อค่า EC ของดิน 3 สัปดาห์หลังจากการใส่ยิปซัม



ภาพที่ 33 อิทธิพลของยิปซัม (FGD-Gypsum) ต่อค่า pH ของดิน 3 สัปดาห์หลังจากการใส่ยิปซัม

ตารางที่ 22 อิทธิพลของยิปซัม (FGD-Gypsum) ต่อค่า EC และ pH ของดิน 3 สัปดาห์หลังจากการใส่ยิปซัม

Treatment	อัตรา (กก. ไร่ ⁻¹)	EC ^{1/} (dS m ⁻¹)	pH ^{1/}
FGD-Gypsum 1	0	1.22	5.05
FGD-Gypsum 2	500	2.25	4.84
FGD-Gypsum 3	1000	2.61	4.98
FGD-Gypsum 4	2000	2.82	5.12
LSD_{.05}		0.46	ns

^{1/} อัตราส่วนดิน: น้ำ = 1: 1 โดยน้ำหนัก

อนึ่งเป็นที่สังเกตว่า FGD-Gypsum 1 ซึ่งเป็น treatment ที่ไม่ได้เติมยิปซัมมีค่า EC ของดินอยู่ที่ 1.22 dS m⁻¹ (ตารางที่ 22) แต่ดินก่อนการทดลองโดยเฉลี่ยมีค่า EC = 0.20 dS m⁻¹ (ตารางที่ 18) แสดงว่าดินในแปลง FGD-Gypsum 1 ดังกล่าวมีการปนเปื้อนของสารละลายเกลือยิปซัมจากแปลงข้างเคียงถึงแม้ว่าจะมีคันดินกั้นโดยรอบแปลงแล้วก็ตาม จากการศึกษาพบว่าการปนเปื้อนของสารละลายยิปซัมเกิดขึ้นตั้งแต่ฤดูกาลปลูกข้าว (ก่อนการปลูกถั่วเหลือง) ซึ่งการปนเปื้อนส่วนใหญ่เกิดโดยการเคลื่อนที่ไปกับน้ำทางใต้ดิน ค่า EC ของแปลง FGD-Gypsum 1 ได้เพิ่มจาก 0.20 dS m⁻¹ (ก่อนการปลูกข้าว) เป็น 0.68 dS m⁻¹ หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว (ตารางที่ 28) ดังจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อ 4.4

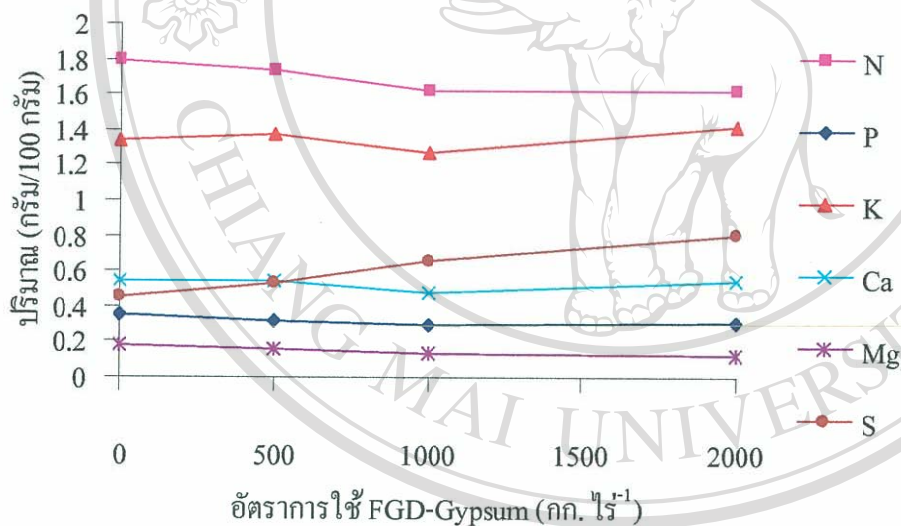
ผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าอัตราของยิปซัมที่เหมาะสมผันแปรได้มากขึ้นกับชนิดของดินพืช และสายพันธุ์ ดินที่มี CEC ต่ำรวมทั้งดินที่ใช้ในการทดลองมี CEC ประมาณ 3-5 cmol kg⁻¹ (Chiang Mai University, 1980) เป็นดินที่มีความสามารถต่ำในการดูดซับเกลือจากสารละลายดิน อันตรายจากความเค็มเกิดขึ้นได้ง่าย ผลจากการทดลองในขั้นตอนนี้สะท้อนให้เห็นว่าโดยภาพรวมแล้วดินในเขตภาคเหนือของประเทศไทยควรใส่ยิปซัมในอัตราที่น้อยกว่า 500 กก. ไร่⁻¹ ซึ่งต่ำกว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราแนะนำในต่างประเทศที่ใช้กันประมาณ 1.6 ตัน ไร่⁻¹ (Shainberg *et al.*, 1989)

4.3 การดูดีใช้ธาตุอาหารและโลหะหนักในพืช

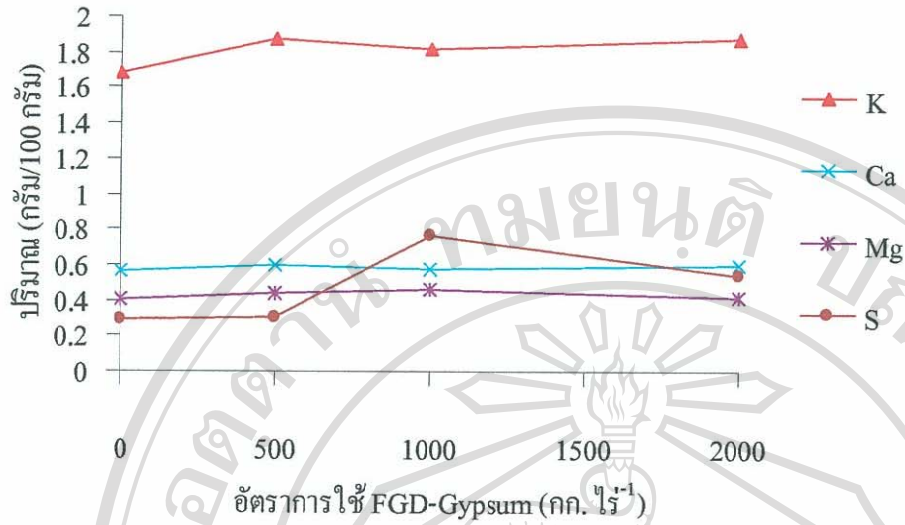
ภาพที่ 34 ถึง 39 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในต้นข้าว ใบถั่วเหลืองและใบถั่วลิสงในแต่ละอัตราของยิปซัม ส่วนข้อมูลทั้งหมดซึ่งรวมถึงความเข้มข้นของโลหะหนักได้สรุปในตารางที่ 23, 24 และ 25 ตามลำดับซึ่ง mean squares ของความเข้มข้นดังกล่าวได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 3.1 ถึง 5.2 ยกเว้นในกรณีของต้นข้าวซึ่งการใส่ยิปซัมทำให้ความเข้มข้นของ Mg ลดลง และ S เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้นของ macronutrient K, Ca, Mg และ S ในพืชแต่ละชนิดในแต่ละอัตราของยิปซัมไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชดังกล่าวอยู่ในระดับปกติและค่อนข้างสูงสำหรับธาตุ Ca, Mg, S ในใบถั่วเหลืองและถั่วลิสง ส่วนในกรณีของ micronutrient (Fe, Mn, Zn และ Cu) พบว่าความเข้มข้นของ Mn และ Zn ในพืชแต่ละชนิดมีแนวโน้มลดลงแต่ยังอยู่ในช่วงปกติ (Small and Ohlrogge, 1973 ; Ward *et al.*, 1973)

ในกรณีของโลหะหนักในต้นข้าวพบว่าความเข้มข้นของ Cr, Ni, Co, และ Pb ในแต่ละ treatment ของยิปซัมมีปริมาณที่ต่ำกว่า 0.200 mg kg⁻¹ ส่วน Cd < 0.080 mg kg⁻¹ (ตารางที่ 23) ผลจากการศึกษาในต้นข้าว ดังกล่าวจึงได้ทำการวิเคราะห์โลหะหนักในใบถั่วเหลือง และใบถั่วลิสง เฉพาะ treatment ที่ไม่ได้ใส่ยิปซัม และ treatment FGD-Gypsum 4 ซึ่งใส่ยิปซัมในอัตราสูงสุด (2000 กก. ไร่⁻¹) จากการวิเคราะห์พบว่าความเข้มข้นของ Cr, Ni, Co ในใบถั่วเหลือง และใบถั่วลิสงในแต่ละอัตราของยิปซัมอยู่ในระดับที่ต่ำมากคือ < 0.100 mg kg⁻¹ ปริมาณของ Pb ผันแปรเล็กน้อยตั้งแต่ 7.03 – 8.93 mg kg⁻¹ และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่างอัตรายิปซัม FGD-Gypsum 1 และ FGD-Gypsum 4 ความเข้มข้นของ Cd ในใบถั่วเหลืองของ FGD-Gypsum 1 และ FGD-Gypsum 4 เท่ากับ 0.36 และ 0.35 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนในใบถั่วลิสงความเข้มข้นของ Cd ลดลงจาก 1.16 เป็น 0.61 mg kg⁻¹ จากการใส่ยิปซัมในอัตรา 2000 กก. ไร่⁻¹ (ตารางที่ 25)

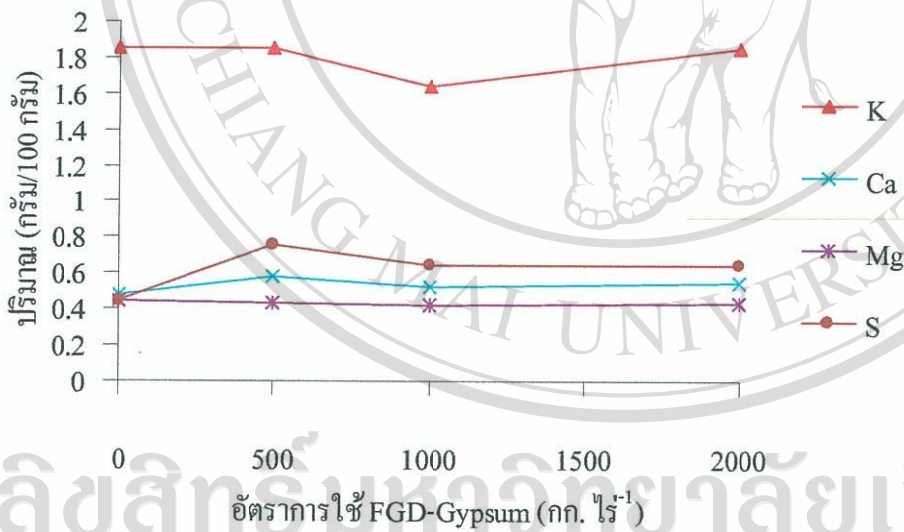
ความเข้มข้นของโลหะหนักและ กำมะถัน (S) ในเมล็ดพืชแต่ละชนิดอันเนื่องจากอิทธิพลของยิปซัมในระบบการเพาะปลูกข้าว – ถั่วเหลือง และข้าว – ถั่วลิสง ได้สรุปไว้ในตารางที่ 26 และ 27 ตามลำดับ การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความเข้มข้นดังกล่าวได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 6 จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของ Cr, Ni, และ Co ในเมล็ดพืชแต่ละชนิดในทุกอัตราของยิปซัมมีปริมาณต่ำกว่า 0.100 mg kg^{-1} ส่วน Cd อยู่ในระดับที่ต่ำมากคือ $<0.040 \text{ mg kg}^{-1}$ สำหรับความเข้มข้นของ Pb ในเมล็ดพืชผันแปรตั้งแต่ $3.54 - 11.34 \text{ mg kg}^{-1}$ แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติระหว่างเมล็ดพืชที่ปลูกในแปลงที่ไม่ได้ใส่ยิปซัม (FGD-Gypsum1) และที่ปลูกโดยการใส่ยิปซัมในอัตราสูงสุด (FGD-Gypsum 4) ความเข้มข้นของ Pb ในเมล็ดพืชแต่ละชนิดโดยเฉลี่ยแล้วมีค่าต่ำกว่าระดับวิกฤตในพืชโดยทั่วไป ($30-300 \text{ mg kg}^{-1}$) (Kabata- Pendias and Pendias, 1984 อ้างโดย Im-Erb, *et al.*, 2004)



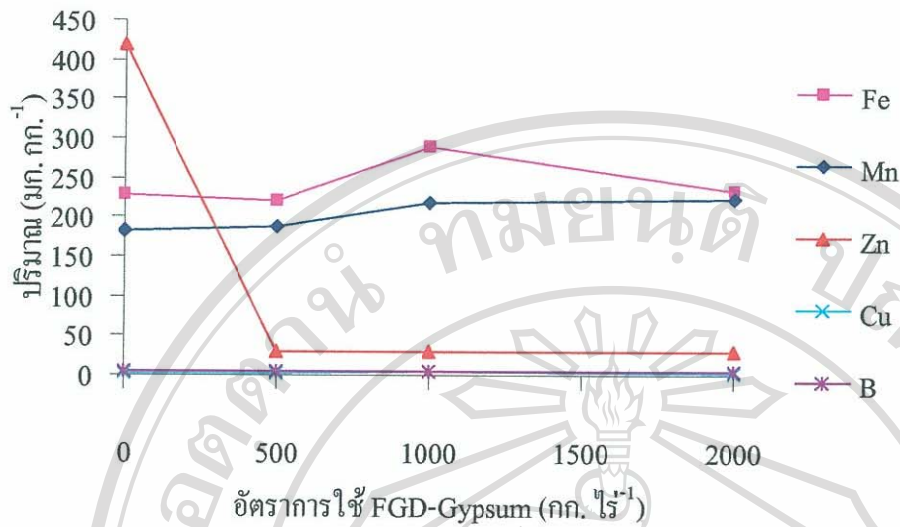
ภาพที่ 34 ความเข้มข้นของ N, P, K, Ca, Mg และ S ในต้นข้าว 6 สัปดาห์หลังการย้ายกล้า (ระยะตั้งท้อง) ในแต่ละ treatment ของยิปซัม



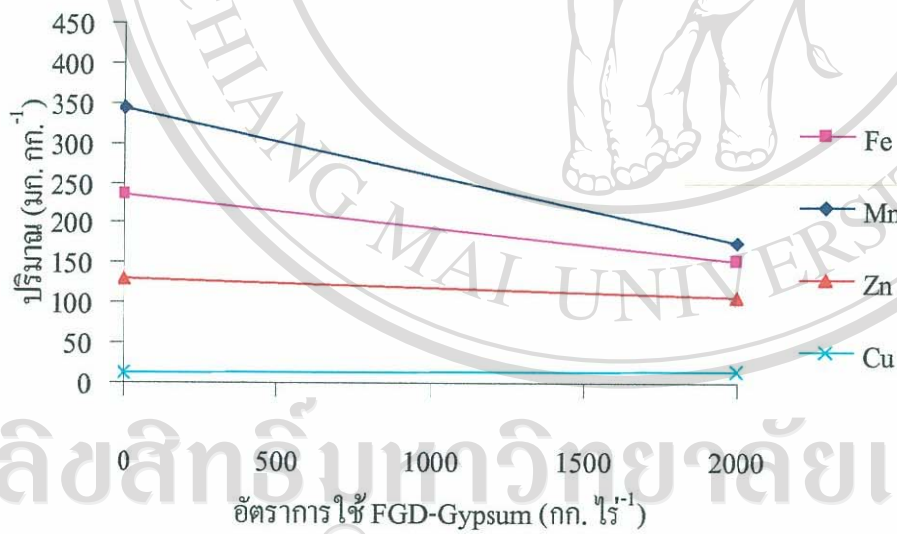
ภาพที่ 35 ความเข้มข้นของ K, Ca, Mg และ S ในดินถั่วเหลืองระยะเริ่มออกดอกในแต่ละ treatment ของยิปซัม



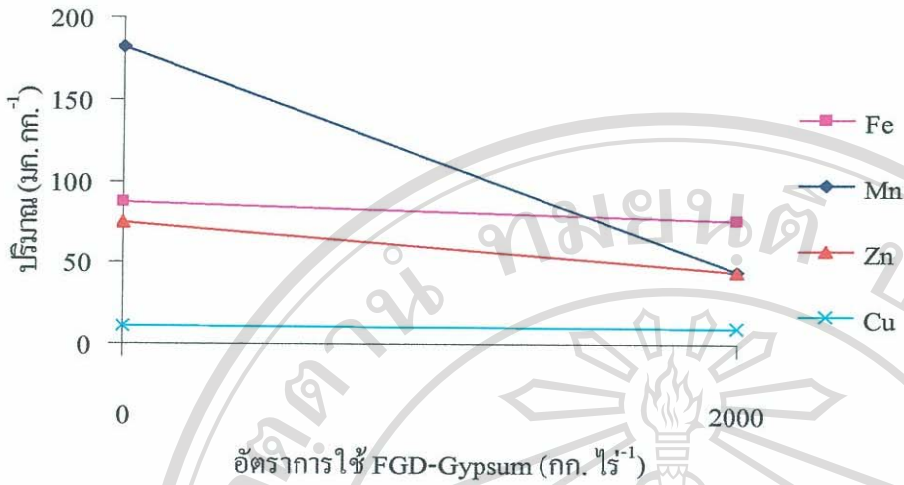
ภาพที่ 36 ความเข้มข้นของ K, Ca, Mg และ S ในดินถั่วลิสงระยะเริ่มออกดอกในแต่ละ treatment ของยิปซัม



ภาพที่ 37 ความเข้มข้นของ Fe, Mn, Zn, Cu และ B ในต้นข้าว 6 สัปดาห์หลังการย้ายกล้า (ระยะตั้งท้อง) ในแต่ละ treatment ของยิปซัม



ภาพที่ 38 ความเข้มข้นของ Fe, Mn, Zn และ Cu ในต้นข้าวเหลืองระยะเริ่มออกดอกในแต่ละ treatment ของยิปซัม



ภาพที่ 39 ความเข้มข้นของ Fe, Mn, Zn และ Cu ในดินถั่วลิสงระยะเริ่มออกดอกในแต่ละ treatment ของยิปซัม

ตารางที่ 23 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชและโลหะหนักในดินข้าว 6 สัปดาห์หลังการย้ายกล้า (ระยะตั้งท้อง) ในแต่ละ treatment ของยิปซัม

	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
ธาตุอาหารพืช (g/100g)					
N	1.79	1.74	1.63	1.63	ns
P	0.35	0.32	0.30	0.31	ns
K	1.34	1.37	1.27	1.42	ns
Ca	0.55	0.55	0.48	0.55	ns
Mg	0.18	0.16	0.14	0.12	0.02
S	0.45	0.53	0.66	0.81	0.12
(mg kg⁻¹)					
Fe	230	222	291	235	ns
Mn	184	189	218	225	ns
Zn	420	31.4	30.1	29.8	4.88
Cu	3.06	3.42	4.43	3.60	ns
B	4.84	4.57	5.06	4.90	ns
โลหะหนัก (mg kg⁻¹)					
Cr	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	ns
Ni	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	ns
Co	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	ns
Pb	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	ns
Cd	< 0.080	< 0.080	< 0.080	< 0.080	ns

ตารางที่ 24 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชและโลหะหนักในใบถั่วเหลืองระยะเริ่มออกดอกในแต่ละ treatment ของยิปซัม

	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
ธาตุอาหารพืช (g/100g)					
K	1.68	1.88	1.82	1.88	ns
Ca	0.56	0.60	0.58	0.60	ns
Mg	0.41	0.44	0.46	0.42	ns
S	0.29	0.31	0.77	0.54	ns
(mg kg⁻¹)					
Fe	236	-	-	153	ns
Mn	344	-	-	176	92.0
Zn	130	-	-	109	ns
Cu	12.9	-	-	15.6	ns
โลหะหนัก (mg kg ⁻¹)					
Cr	< 0.100	-	-	< 0.100	ns
Ni	< 0.100	-	-	< 0.100	ns
Co	< 0.100	-	-	< 0.100	ns
Pb	8.30	-	-	8.93	ns
Cd	0.36	-	-	0.35	ns

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University.
All rights reserved

ตารางที่ 25 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชและโลหะหนักในใบถั่วลิสงระยะเริ่มออกดอกในแต่ละ treatment ของยิปซัม

	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
ธาตุอาหารพืช (g/100g)					
K	1.85	1.85	1.64	1.85	ns
Ca	0.48	0.58	0.53	0.55	ns
Mg	0.45	0.44	0.42	0.44	ns
S	0.45	0.76	0.65	0.65	ns
(mg kg⁻¹)					
Fe	87.0	-	-	76.4	ns
Mn	182	-	-	45.2	61.3
Zn	74.8	-	-	44.3	10.7
Cu	11.5	-	-	9.77	ns
โลหะหนัก (mg kg ⁻¹)					
Cr	< 0.100	-	-	< 0.100	ns
Ni	< 0.100	-	-	< 0.100	ns
Co	< 0.100	-	-	< 0.100	ns
Pb	7.03	-	-	7.45	ns
Cd	1.16	-	-	0.61	0.53

ตารางที่ 26 ความเข้มข้นของโลหะหนักในเมล็ดพืชและก้ามะถันในเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกโดยไม่ได้ใส่ยิปซัม (FGD-Gypsum 1) และใส่ยิปซัมในอัตราสูงสุด (FGD-Gypsum 4) ในระบบการปลูกข้าว - ถั่วเหลือง

	Treatment		LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 4	
โลหะหนัก (mg kg⁻¹)			
Cr			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	< 0.100	< 0.100	ns
ถั่วเหลือง (พ.ศ. 2549)	< 0.100	< 0.100	ns
Ni			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	< 0.100	< 0.100	ns
ถั่วเหลือง (พ.ศ. 2549)	< 0.100	< 0.100	ns
Co			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	< 0.100	< 0.100	ns
ถั่วเหลือง (พ.ศ. 2549)	< 0.100	< 0.100	ns
Pb			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	8.34	11.34	ns
ถั่วเหลือง (พ.ศ. 2549)	3.54	5.43	ns
Cd			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	< 0.040	< 0.040	ns
ถั่วเหลือง (พ.ศ. 2549)	< 0.040	< 0.040	ns
ก้ามะถัน (% S)			
ถั่วเหลือง (พ.ศ. 2549)	3.10	3.10	ns

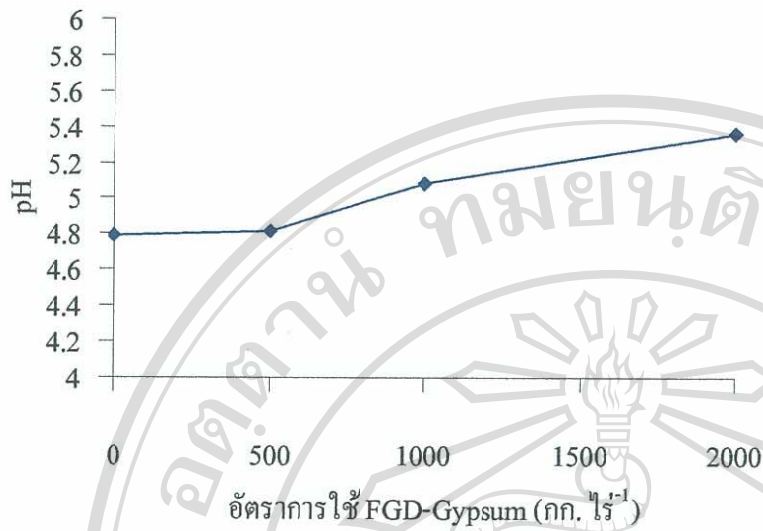
ตารางที่ 27 ความเข้มข้นของโลหะหนักในเมล็ดพืชและกำมะถันในเมล็ดถั่วลิสงที่ปลูกโดยไม่ได้ใส่ยิปซัม (FGD-Gypsum 1) และใส่ยิปซัมในอัตราสูงสุด (FGD-Gypsum 4) ในระบบการปลูกข้าว - ถั่วลิสง

	Treatment		LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 4	
โลหะหนัก (mg kg⁻¹)			
Cr			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	< 0.100	< 0.100	ns
ถั่วลิสง (พ.ศ. 2549)	< 0.100	< 0.100	ns
Ni			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	< 0.100	< 0.100	ns
ถั่วลิสง (พ.ศ. 2549)	< 0.100	< 0.100	ns
Co			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	< 0.100	< 0.100	ns
ถั่วลิสง (พ.ศ. 2549)	< 0.100	< 0.100	ns
Pb			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	-	-	ns
ถั่วลิสง (พ.ศ. 2549)	< 0.100	< 0.100	ns
Cd			
ข้าว (พ.ศ. 2548)	< 0.040	< 0.040	ns
ถั่วลิสง (พ.ศ. 2549)	< 0.040	< 0.040	ns
กำมะถัน (% S)			
ถั่วลิสง (พ.ศ. 2549)	2.38	3.10	0.32

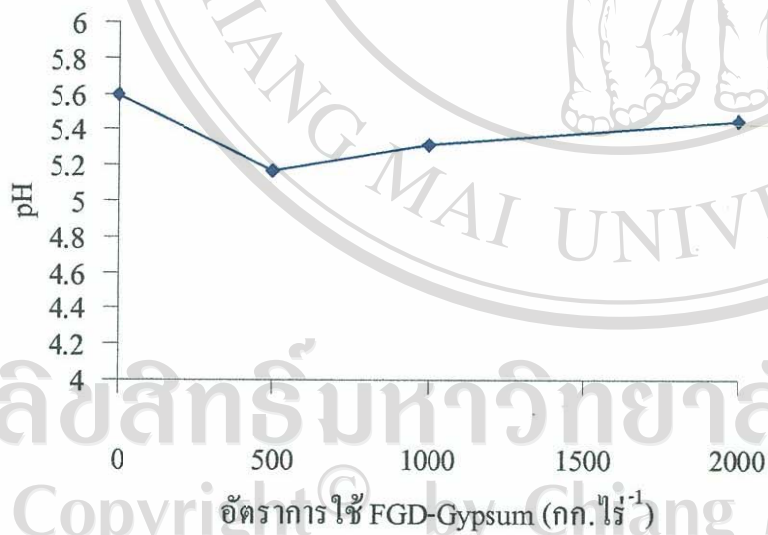
4.4 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

ภาพที่ 40 ถึง ภาพที่ 55 แสดงสมบัติทางเคมีของดิน (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ถั่วเหลือง และถั่วลิสงในระบบการปลูกข้าว-ถั่วเหลืองและข้าว-ถั่วลิสง ส่วนตารางที่ 28, 29, 30 และ 31 แสดงข้อมูลของคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว (ในระบบข้าว-ถั่วเหลือง), ถั่วเหลือง, ข้าว (ในระบบข้าว-ถั่วลิสง) และถั่วลิสงตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า อิทธิพลของยิปซัมต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในระบบการปลูกข้าว – ถั่วเหลือง และ ข้าว – ถั่วลิสงมีลักษณะที่คล้ายกัน การใส่ยิปซัมทำให้ pH ของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ค่า EC ของดินเพิ่มขึ้นมากอย่างเด่นชัดตามอัตราการเพิ่มขึ้นของยิปซัม อนึ่ง โปรดสังเกตว่าดินในแปลงทดลองซึ่งไม่ได้ใส่ยิปซัม (FGD-Gypsum 1) หลังจากการทดลองแล้วค่า EC ได้เพิ่มขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ก่อนการทดลองค่า EC ของดินเท่ากับ 0.20 dS m^{-1} แต่หลังจากการปลูกและเก็บเกี่ยวข้าวในระบบข้าว-ถั่วเหลืองค่า EC ของดินในแปลงที่ไม่ได้ใส่ยิปซัมเพิ่มเป็น 0.68 dS m^{-1} แสดงว่าดินในแปลงทดลองดังกล่าวมีการปนเปื้อนเกลืออนินทรีย์ของเกลือยิปซัมจากแปลงข้างเคียง ดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.2 ยกเว้นปริมาณของ SO_4^{2-} หลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสง (ตารางที่ 31) การใส่ยิปซัมทำให้ปริมาณการสะสมในดินของ Ca และ SO_4^{2-} เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดเช่นกัน ส่วนในกรณีของ micronutrient (Fe, Mn, Zn และ Cu) พบว่าการใส่ยิปซัมลงดินในการปลูกพืชทั้งสองระบบทำให้ปริมาณของเหล็กที่สกัดได้จากดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณของ Mn มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกันแต่ไม่เด่นชัดนัก

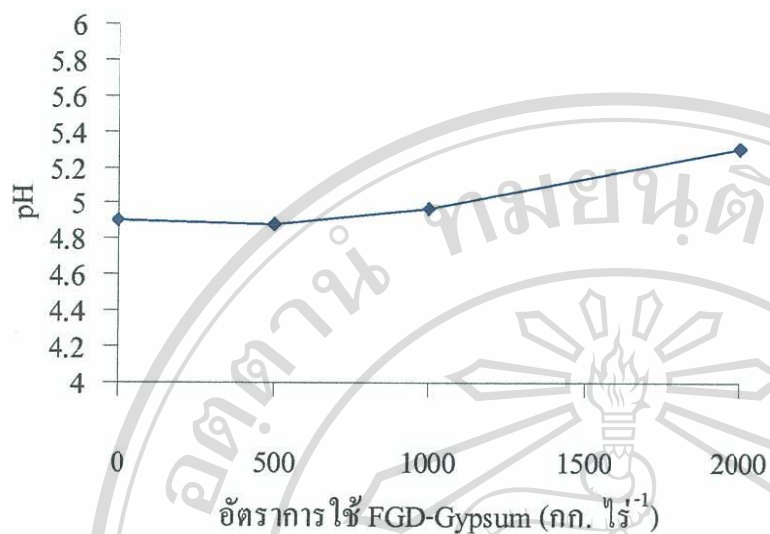
ยิปซัมนิอิตธิพลน้อยมากต่อปริมาณของโลหะหนักในดิน ความเข้มข้นของ Cr, Ni และ Co ที่สกัดได้จากดินในทุกอัตราของยิปซัมนีปริมาณที่ต่ำกว่า 0.010 mg kg^{-1} และ $\text{Cd} < 0.040 \text{ mg kg}^{-1}$ ความเข้มข้นของ Pb ค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกันโดยผันแปรตั้งแต่ $1.47 - 2.76 \text{ mg kg}^{-1}$ (ตารางที่ 28–31) และมีแนวโน้มลดลงจากการใส่ยิปซัมในอัตราสูงสุด (FGD-Gypsum 4) เมื่อเปรียบเทียบกับดินในแปลงที่ไม่ได้ใส่ยิปซัม (FGD-Gypsum 1)



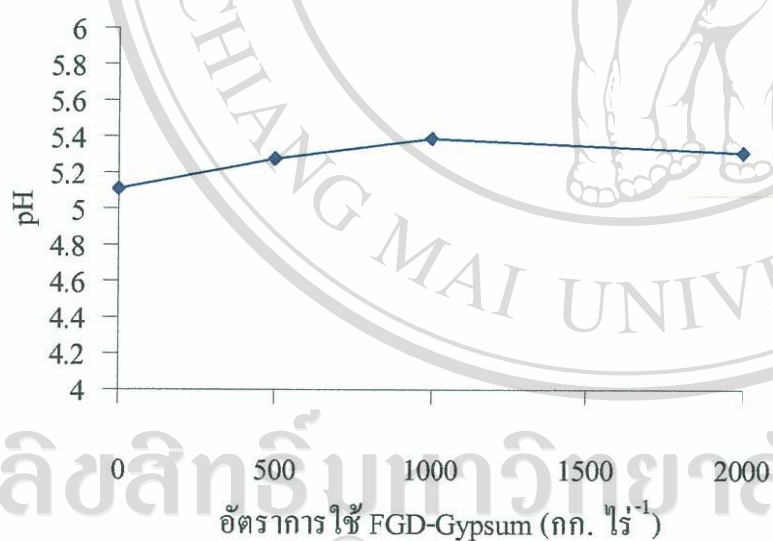
ภาพที่ 40 ค่า pH ของดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูกข้าว - ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม



ภาพที่ 41 ค่า pH ของดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระบบการปลูกข้าว - ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม



ภาพที่ 42 ค่า pH ของดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูกข้าว - ถั่วลันเตา อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม

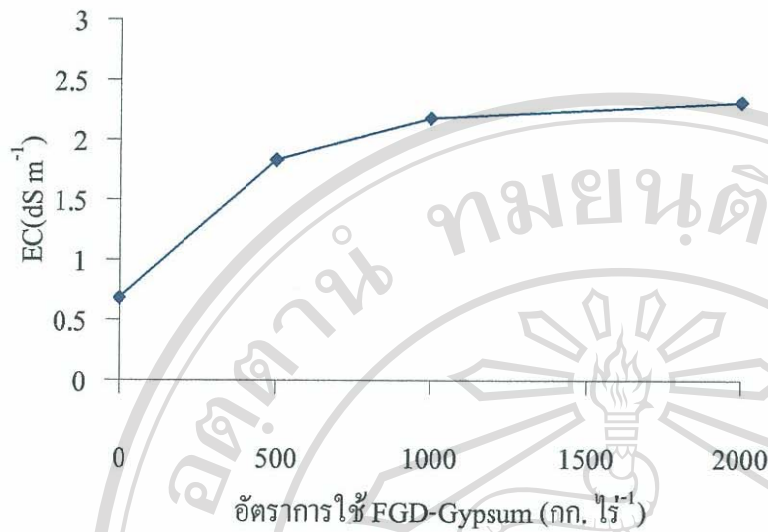


ภาพที่ 43 ค่า pH ของดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วลันเตาในระบบการปลูกข้าว - ถั่วลันเตา อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม

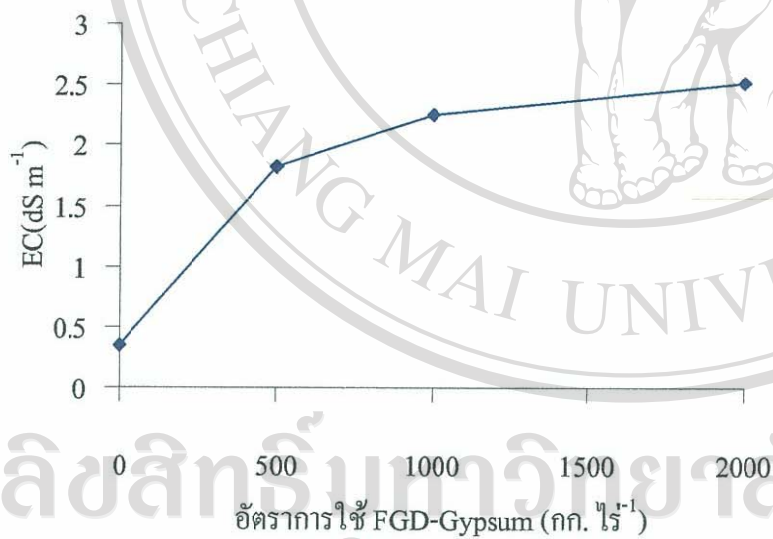
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

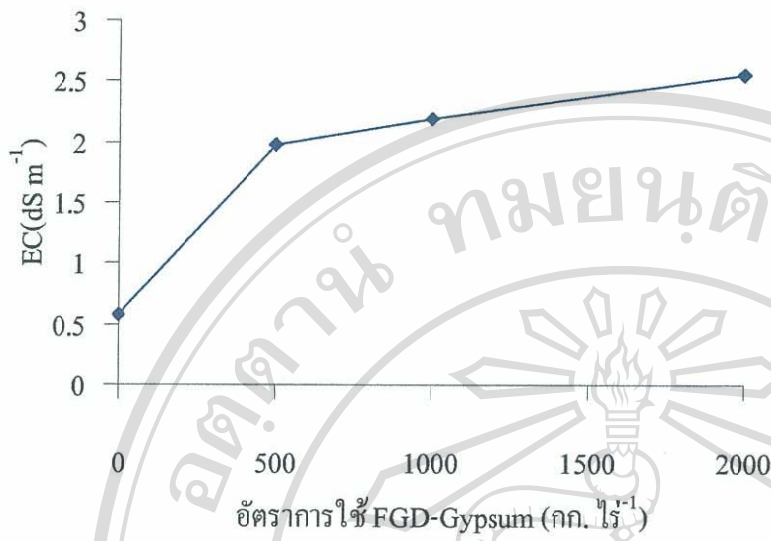
All rights reserved



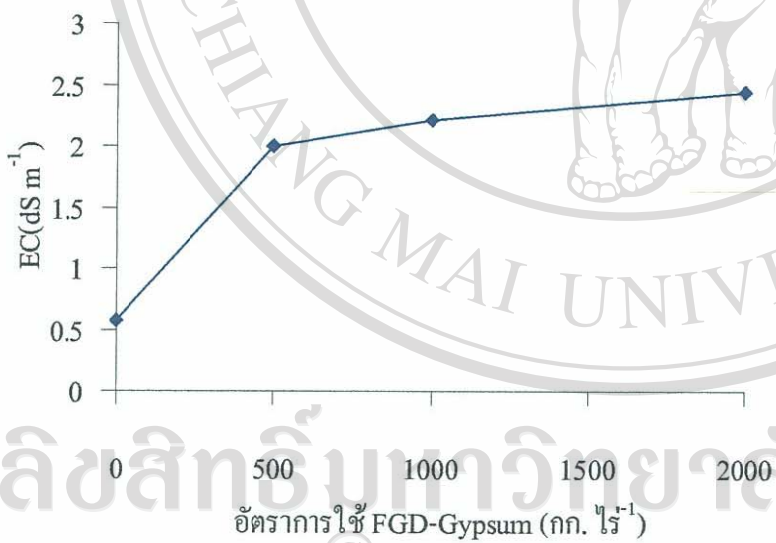
ภาพที่ 44 ค่า EC ของดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูกข้าว - ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม



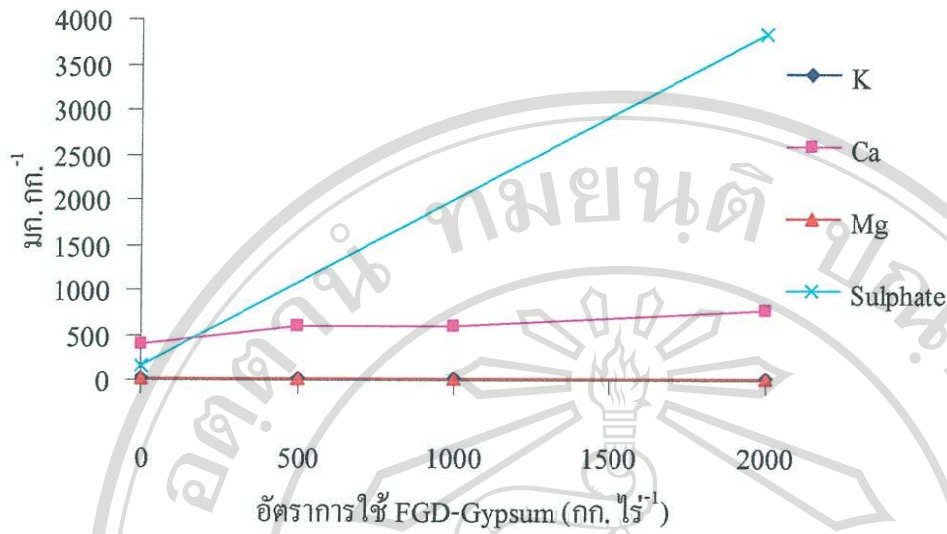
ภาพที่ 45 ค่า EC ของดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระบบการปลูกข้าว - ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม



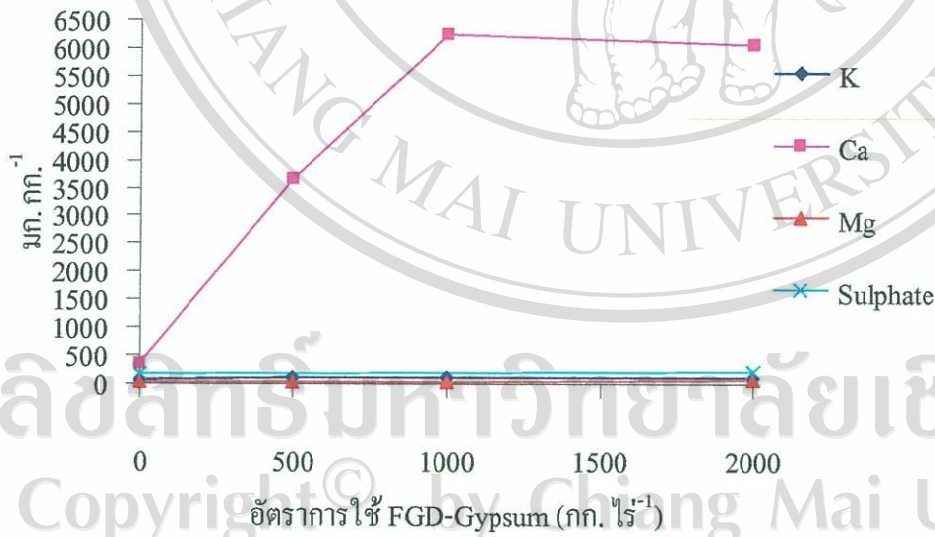
ภาพที่ 46 ค่า EC ของดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูกข้าว - ถั่วลันเตา อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม



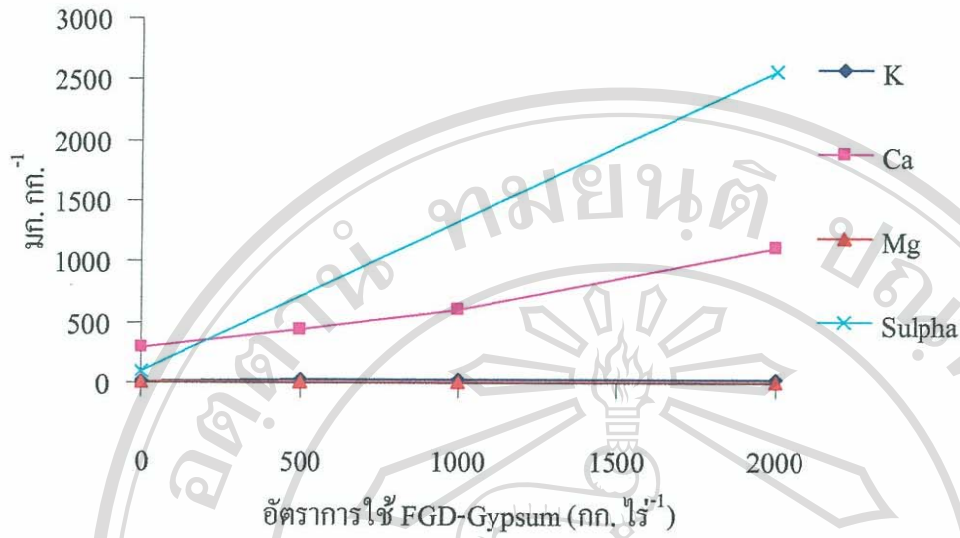
ภาพที่ 47 ค่า EC ของดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วลันเตาในระบบการปลูกข้าว - ถั่วลันเตา อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม



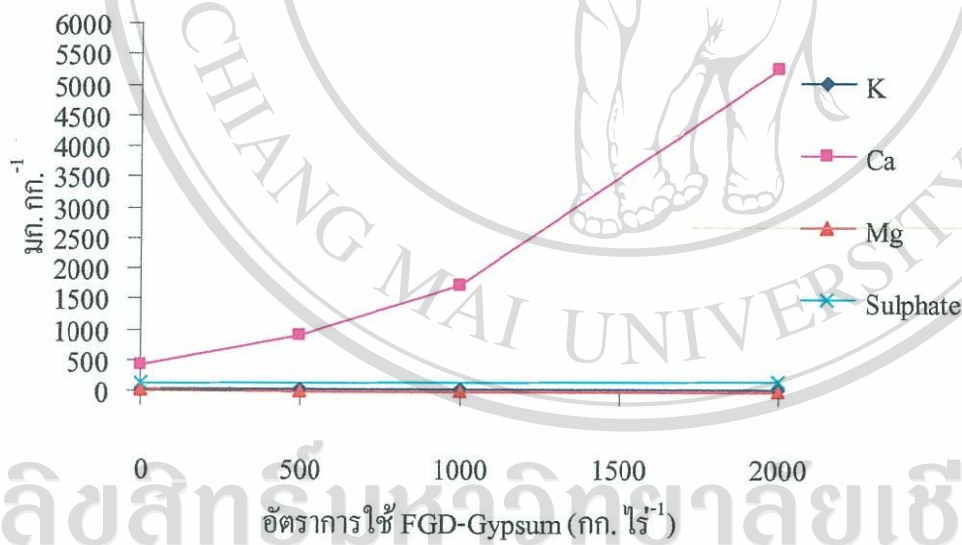
ภาพที่ 48 ปริมาณของ K, Ca, Mg และ SO₄²⁻ (exchangeable) (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูก ข้าว – ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม



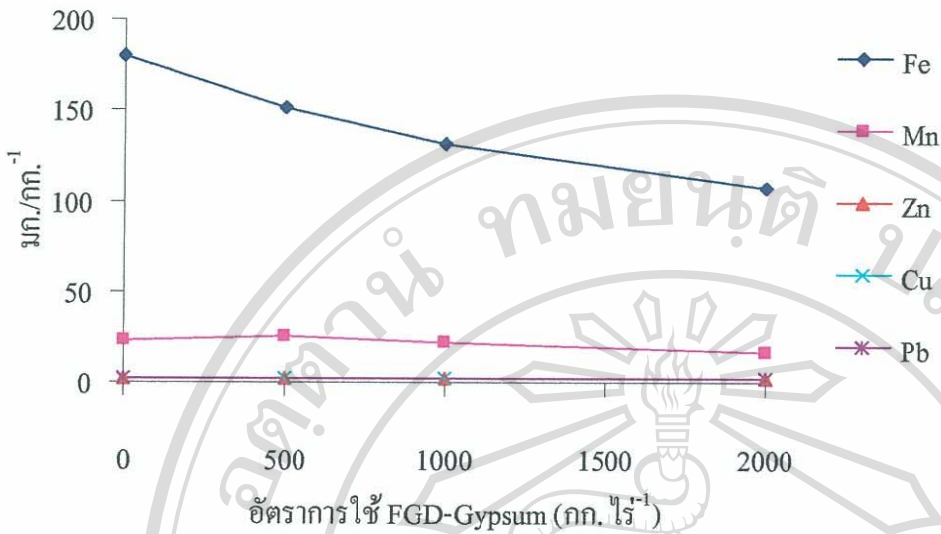
ภาพที่ 49 ปริมาณของ K, Ca, Mg และ SO₄²⁻ (exchangeable) (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระบบการปลูก ข้าว – ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม



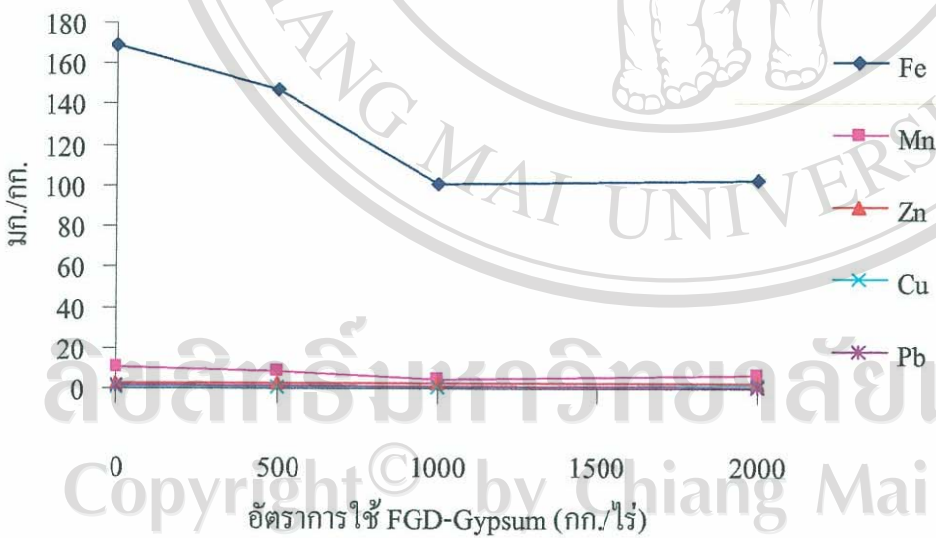
ภาพที่ 50 ปริมาณของ K, Ca, Mg และ SO₄²⁻ (exchangeable) (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูกข้าว – ถั่วลันเตา อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซั่ม



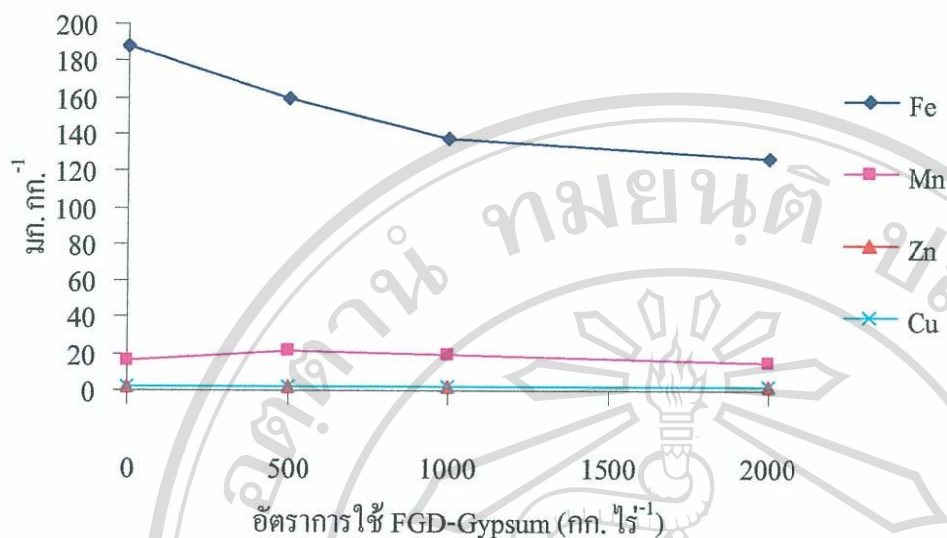
ภาพที่ 51 ปริมาณของ K, Ca, Mg และ SO₄²⁻ (exchangeable) (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วลันเตาในระบบการปลูกข้าว – ถั่วลันเตา อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซั่ม



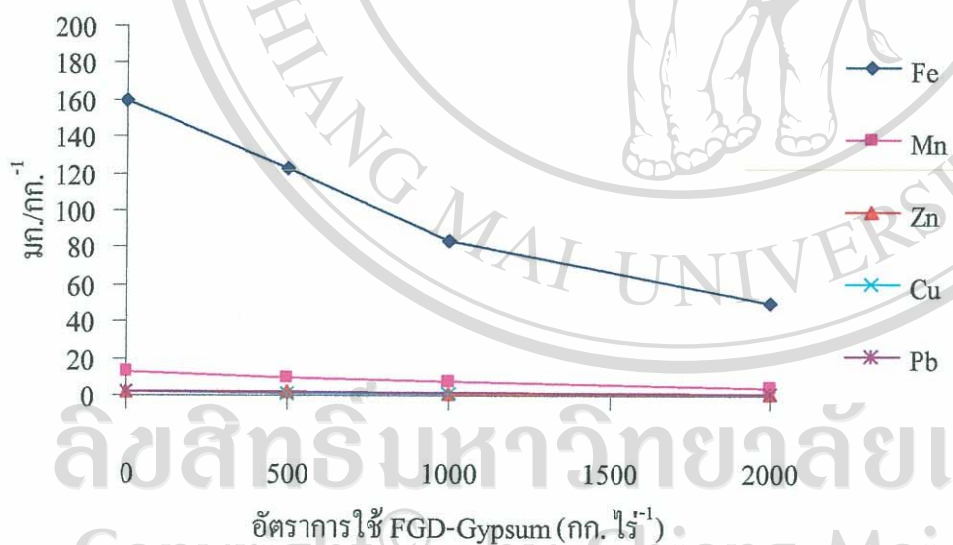
ภาพที่ 52 ปริมาณของ Fe, Mn, Zn, Cu และ Pb (extractable) (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูกข้าว – ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม (Cr, Ni, Co และ Cd มีปริมาณที่ต่ำมาก)



ภาพที่ 53 ปริมาณของ Fe, Mn, Zn, Cu และ Pb (extractable) (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระบบการปลูกข้าว – ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม (Cr, Ni, Co และ Cd มีปริมาณที่ต่ำมาก)



ภาพที่ 54 ปริมาณของ Fe, Mn, Zn และ Cu (extractable) (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ในระบบการปลูก ข้าว – ถั่วลันเตา เนื่องจากอิทธิพลของยิปซัม (Cr, Ni, Co และ Cd มีปริมาณที่ต่ำมาก ส่วน Pb มีปริมาณเท่ากับ 2.76 mg kg^{-1} ที่อัตราการใช้ FGD-Gypsum เท่ากับ 500 กก. ไร่^{-1})



ภาพที่ 55 ปริมาณของ Fe, Mn, Zn และ Cu (extractable) (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยว ถั่วลันเตา ในระบบการปลูก ข้าว – ถั่วลันเตา เนื่องจากอิทธิพลของยิปซัม (Cr, Ni, Co และ Cd มีปริมาณที่ต่ำมาก)

ตารางที่ 28 สมบัติทางเคมีดิน (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูกข้าว – ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม

	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
pH	4.79	4.82	5.08	5.36	0.14
EC (dS m ⁻¹)	0.68 ^{1/}	1.83	2.18	2.32	0.24
Exchangable (mg kg ⁻¹)					
K	22.8	29.9	24.0	28.4	ns
Ca	394	603	607	786	378
Mg	19.9	20.1	17.7	22.4	ns
SO ₄ ²⁻	157	-	-	3846	1764
Extractable (mg kg ⁻¹)					
Fe	180	151	132	107	16.8
Mn	22.9	25.1	21.9	16.4	ns
Zn	2.12	2.30	2.39	2.31	ns
Cu	2.00	1.95	2.14	2.12	ns
Cr	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Ni	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Co	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Pb	2.14	-	-	1.92	ns
Cd	< 0.004	-	-	< 0.004	ns

^{1/} EC ของดินก่อนการทดลอง = 0.20 dS m⁻¹

ตารางที่ 29 สมบัติทางเคมีดิน (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระบบการปลูกข้าว – ถั่วเหลือง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม

	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
pH	5.60	5.17	5.31	5.45	ns
EC (dS m ⁻¹)	0.35	1.83	2.26	2.52	0.31
Exchangable (mg kg ⁻¹)					
K	55.2	102.3	89.9	100.4	ns
Ca	357	3652	6266	6064	2495
Mg	23.9	38.5	47.1	63.5	23.4
SO ₄ ²⁻	165	-	-	220	ns
Extractable (mg kg ⁻¹)					
Fe	169	147	101	103	57.4
Mn	10.6	9.32	5.13	6.50	ns
Zn	2.75	2.49	2.85	2.94	ns
Cu	1.44	1.38	1.48	1.50	ns
Cr	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Ni	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Co	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Pb	2.07	-	-	1.27	0.14
Cd	< 0.004	-	-	< 0.004	ns

ตารางที่ 30 สมบัติทางเคมีดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวข้าวในระบบการปลูกข้าว - ถั่วลิสง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม

	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
pH	4.91	4.88	4.97	5.31	ns
EC (dS m ⁻¹)	0.58 ^{1/}	1.98	2.20	2.55	0.30
Exchangable (mg kg ⁻¹)					
K	22.5	28.0	26.0	29.8	ns
Ca	296	446	605	1121	70.8
Mg	20.1	22.2	19.6	23.7	ns
SO ₄ ²⁻	105	-	-	2565	1520
Extractable (mg kg ⁻¹)					
Fe	188	160	138	127	23.9
Mn	16.4	21.9	20.1	15.5	ns
Zn	1.86	2.16	1.90	1.82	ns
Cu	1.84	1.82	1.86	1.84	ns
Cr	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Ni	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Co	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Pb	2.76	-	-	2.54	ns
Cd	< 0.004	-	-	< 0.004	ns

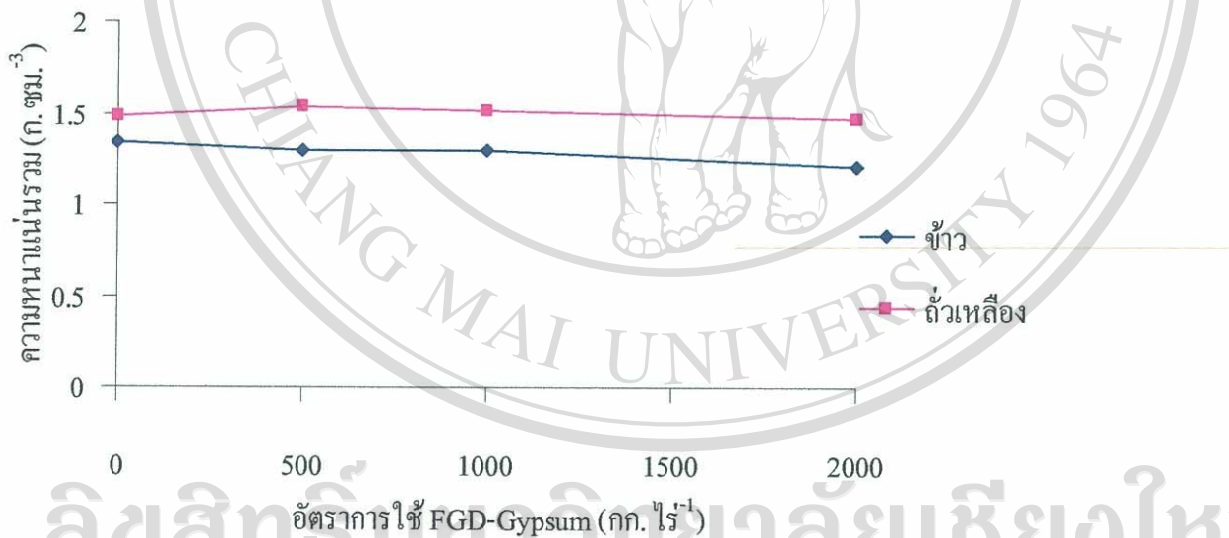
^{1/} EC ของดินก่อนการทดลอง = 0.20 dS m⁻¹

ตารางที่ 31 สมบัติทางเคมีดิน (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสงในระบบการปลูกข้าว - ถั่วลิสง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม

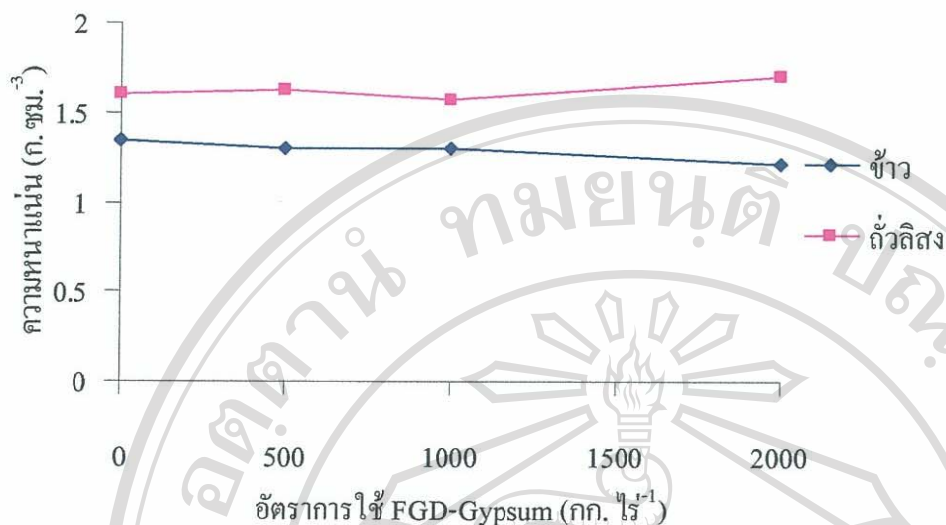
	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
pH	5.11	5.28	5.39	5.31	ns
EC (dS m ⁻¹)	0.57	2.00	2.21	2.45	0.19
Exchangable (mg kg ⁻¹)					
K	41.4	35.5	40.0	30.4	ns
Ca	421	905	1732	5274	3190
Mg	18.8	14.9	12.4	10.4	ns
SO ₄ ²⁻	129	-	-	179	ns
Extractable (mg kg ⁻¹)					
Fe	160	123	84.0	49.9	43.1
Mn	13.5	10.2	7.46	4.84	4.15
Zn	2.02	1.75	1.52	1.38	0.24
Cu	1.73	1.52	1.38	1.33	ns
Cr	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Ni	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Co	< 0.010	-	-	< 0.010	ns
Pb	1.97	-	-	1.47	0.47
Cd	< 0.004	-	-	< 0.004	ns

4.5 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวมของดิน และความคงทนของเม็ดดิน

จากการศึกษาพบว่า การใส่ยิปซัมมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density, B.D.) ในการปลูกข้าว การใส่ยิปซัมทำให้ B.D. ของดินหลังการเก็บเกี่ยวลดลงเล็กน้อย แต่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ B.D. ของดินในแปลงข้าวที่ไม่ได้ใส่ยิปซัม (FGD-Gypsum 1) ส่วนถั่วเหลือง และถั่วลิสงนั้น B.D. ของดินในแต่ละอัตราของยิปซัมหลังการเก็บเกี่ยวพืชไม่แตกต่างกันในทางสถิติ หนึ่งเป็นที่น่าสนใจที่พบว่า B.D. ของดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ในทุกอัตราของยิปซัมมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่แปลงถั่วเหลือง และถั่วลิสง ดังแสดงใน ภาพที่ 56 และ 57 จากการสังเกตพบว่าดินชั้นบน (ลึก 0 – 15 ซม.) ในแปลงข้าวหลังการเก็บเกี่ยว นั้นมีปริมาณราก (root biomass) เป็นจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับดินในแปลงถั่วเหลือง และ ถั่วลิสง ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุสำคัญส่วนหนึ่งที่ทำให้ดินชั้นบนในแปลงข้าวมีความร่วนซุยมากกว่า และทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมที่ต่ำลง



ภาพที่ 56 ความหนาแน่นรวม (bulk density, g cm⁻³) ของดิน (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังจากการเก็บเกี่ยวพืชในระบบ ข้าว-ถั่วเหลือง



ภาพที่ 57 ความหนาแน่นรวม (bulk density, g cm⁻³) ของดิน (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังจากการเก็บเกี่ยวพืชในระบบ ข้าว-ถั่วลิสง

ตารางที่ 32 ความหนาแน่นรวม (bulk density, g cm⁻³) ของดิน (ลึก 0 – 15 ซม.) หลังจากการเก็บเกี่ยวพืชในแต่ละระบบ อันเนื่องจากอิทธิพลของยิปซัม

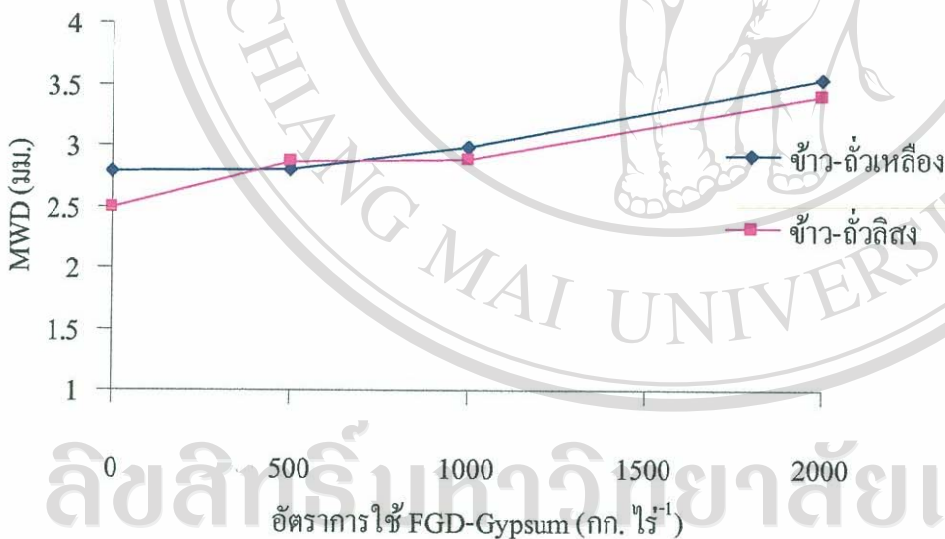
ระบบการปลูกพืช	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
ข้าว - ถั่วเหลือง					
ข้าว (พ.ศ.2548)	1.34	1.30	1.30	1.21	0.07
ถั่วเหลือง (พ.ศ.2549)	1.48	1.54	1.52	1.47	ns
ข้าว - ถั่วลิสง					
ข้าว (พ.ศ.2548) ^{1/}	-	-	-	-	-
ถั่วลิสง (พ.ศ.2549)	1.61	1.63	1.57	1.71	ns

^{1/} ใช้ข้อมูลเดียวกับระบบ ข้าว – ถั่วเหลือง

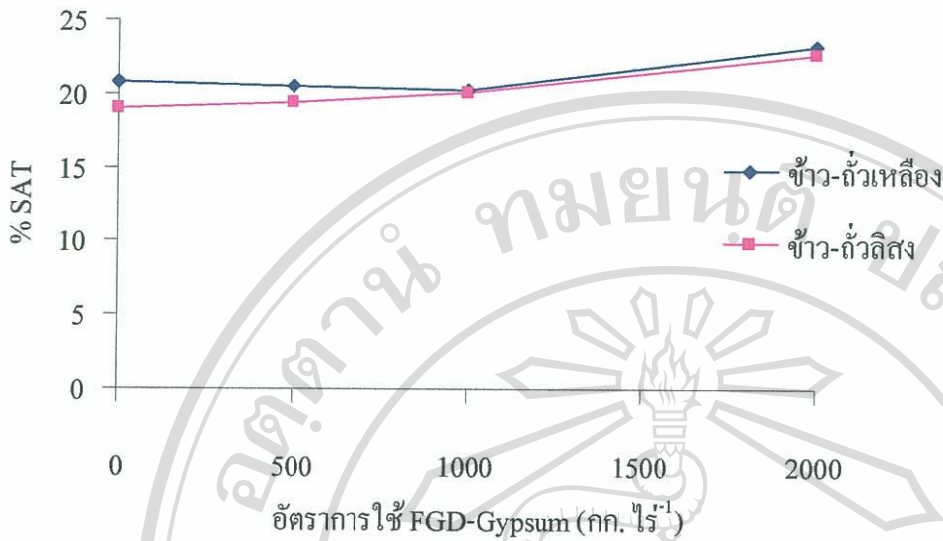
ค่าขนาดเฉลี่ยเม็ดดินที่เสถียร (MWD)(mean weight diameter) และปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของมวลดินทั้งหมด (% SAT) (stable aggregate based on total dry soil mass) เป็นดัชนีที่บ่งชี้ว่าเม็ดดินมีความทนทานต่อแรงปะทะของน้ำมากแค่ไหน หากค่า MWD และ %SAT มีค่าสูงแสดงว่าดินมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทานต่อแรงปะทะของน้ำได้ดี โดยทั่วไปแล้วค่าของ MWD และ % SAT ของดินที่มีโครงสร้างดีมีความคงทนสูงจะอยู่ที่ 2-5 มม.(มัตติกา, 2547)

ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินที่เสถียร (MWD) ของดินในระบบ ข้าว – ถั่วเหลือง และ ข้าว - ถั่วลิสง พบว่าการใส่ยิปซัมในอัตราสูงสุด (2000 กก. ไร่⁻¹) ส่งผลให้ดินมีขนาดของเม็ดดินที่เสถียรมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีขนาดของเม็ดดินที่เสถียรอยู่ที่ 3.54 และ 3.41 มม. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 58 ส่วนค่า % SAT พบว่าแต่ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งในระบบ ข้าว – ถั่วเหลือง และข้าว – ถั่วลิสง แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของมวลดินทั้งหมด (% SAT) จะมีค่าสูงขึ้นหากมีการใช้ยิปซัมในอัตราที่สูงขึ้นดังแสดงในภาพที่ 59 ส่วนตารางที่ 33 แสดงข้อมูลทั้งหมดของขนาดของเม็ดดินที่เสถียร(MWD)(มม.) และ ปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของมวลดินทั้งหมด (%SAT) ที่ความลึก 0 – 15 ซม. หลังจากการเก็บเกี่ยวพืชในแต่ละระบบอันเนื่องจากอิทธิพลของยิปซัม

เนื่องจาก FGD-Gypsum มีประจุไฟฟ้าที่ช่วยป้องกันการกระจายตัวของอนุภาคเม็ดดิน และแคลเซียมจะช่วยในการจับตัวและเรียงตัวกันของอนุภาคของเม็ดดิน นอกจากนี้จะช่วยให้ดินมีความเสถียรมากขึ้น ลดการชะกร่อน พังทลายของผิวหน้าดิน รากสามารถชอนไชได้ดีและยังช่วยให้ชั้นดินแต่ละชั้นมีการอัดเรียงตัวได้ดีขึ้น (Norton and Zhang, 1998)



ภาพที่ 58 ขนาดของเม็ดดินที่เสถียร (MWD)(มม.) ที่ความลึก 0 – 15 ซม. หลังจากการเก็บเกี่ยวพืชในแต่ละระบบ อันเนื่องจากอิทธิพลของยิปซัม



ภาพที่ 59 ปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของมวลดินทั้งหมด (% SAT) ที่ความลึก 0-15 ซม. หลังจากการเก็บเกี่ยวพืชในแต่ละระบบ อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม

ตารางที่ 33 ขนาดของเม็ดดินที่เสถียร (MWD) (มม.) และปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของมวลดินทั้งหมด (%SAT) (ลึก 0 - 15 ซม.) หลังจากการเก็บเกี่ยวพืชในแต่ละระบบ อันเนื่องมาจากอิทธิพลของยิปซัม

ระบบการปลูกพืช	Treatment				LSD _{.05}
	FGD Gypsum 1	FGD Gypsum 2	FGD Gypsum 3	FGD Gypsum 4	
ข้าว - ถั่วเหลือง					
MWD	2.78	2.81	2.99	3.54	0.34
% SAT	20.77	20.50	20.20	23.19	ns
ข้าว - ถั่วลิสง					
MWD	2.50	2.87	2.88	3.41	0.57
% SAT	19.05	19.44	20.11	22.72	ns